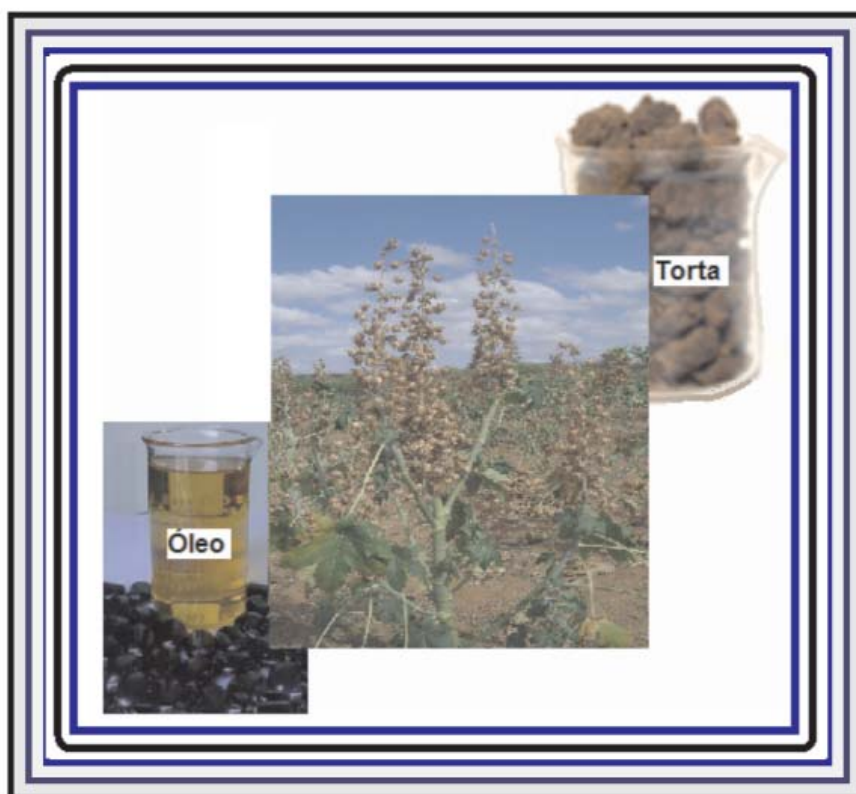


Documentos

ISSN 0103 - 0205
Junho, 2009

217

Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona



Embrapa

ISSN 0103-0205

Junho, 2009

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 217

Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona

***Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Maria Isaura Pereira de Oliveira***

Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Campina Grande, PB
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
Home page: <http://www.cnpa.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Carlos Alberto Domingues da Silva*
Secretário-Executivo: *Renato Wagner da Costa Rocha*
Membros: *Fábio Aquino de Albuquerque, Giovani Greigh de Brito, João Luis da Silva Filho, Máira Milani, Maria da Conceição Santana Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Valdinei Sofiatti, Wirtton Macêdo Coutinho.*

Supervisão editorial: Renato Wagner da Costa Rocha
Revisão de texto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento de ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Capa: Flávio Tôres de Moura

1ª edição

1ª impressão (2009): 1.000

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo.

Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona/por Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão e Maria Isaura Pereira de Oliveira. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

35p. (Embrapa Algodão. Documentos, 217)

1. Planta oleaginosa. 2. Ricina. 3. Intoxicação. 4. Substância tóxica. 5. Desintoxicação. 6. Fertilizante. 7. Ração. 8. Etanol-produção. 9. Herbicida. 10. Inseticida. Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo. II. Oliveira, Maria Isaura Pereira de. III. Título. IV. Série.

CDD: 665.353

Autores

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Adubação e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, napoleao@cnpa.embrapa.br

Maria Isaura Pereira de Oliveira

Bióloga, D.Sc. Estagiária da Embrapa Algodão
oliveira_mip@yahoo.com.br

Apresentação

Do ponto de vista do mercado, a industrialização da semente da mamona fornece dois produtos principais: o óleo bruto e a torta. O óleo da mamona apresenta em 90% de sua composição o ácido ricinoléico, que tem em sua estrutura química o grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação, sendo a única fonte comercial com essa singularidade. A torta de mamona é um produto com elevado teor de proteínas, seu alto teor de nitrogênio e presença de outros macronutrientes torna-lhe um excelente adubo, que contribui também para o fornecimento de matéria orgânica para o solo. Como ração animal, a torta da mamona, apesar de seu alto teor de proteínas, só pode ser utilizada depois de detoxificada, e para eliminação de elementos tóxicos e alergênicos necessita de tecnologia viável em nível industrial para seu processamento. Neste documento, apresenta-se informações de pesquisa que relacionam métodos de identificação e detoxicação dos principais componentes e experiências com uso da torta de mamona.

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona.....	9
1. Introdução.....	9
2. Componentes da Torta de Mamona	11
2.1 Ricina.....	11
2.2 Ricinina	13
2.3 Complexo Alergênicos.....	14
3. Identificação dos Componentes Tóxicos.....	15
4. Detoxicação da torta de mamona.....	16
5. Aplicações da Torta de Mamona.....	19
5.1 Fertilizante.....	19
5.2 Ração Animal.....	21
5.3 Produção de Etanol.....	23
5.4 Propriedades Herbicidas e Inseticidas.....	24
6. Considerações Finais.....	25
Referências.....	26

Detoxicação e Aplicações da Torta de Mamona

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Maria Isaura Pereira de Oliveira

1. Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), da família das euforbiáceas, é uma planta de origem tropical, tolerante à seca e heliófila (MOSHKIN, 1986).

A mamona é uma cultura difundida em praticamente todo o território brasileiro, tendo já ocupado posição de destaque no agronegócio brasileiro, com potencial para contribuir com o desenvolvimento agrícola sustentável do País. Encontra-se bastante expandida nos estados do Nordeste, onde há cerca de 3 milhões de hectares aptos ao cultivo da mamona. Com exceção de Sergipe e Maranhão, todos os estados do Nordeste têm tradição na exploração de mamona, sendo a Bahia o maior produtor, seguida pelo Ceará (ALVES et al., 2004).

Do ponto de vista de mercado, a industrialização da semente de mamona fornece dois produtos principais: o óleo bruto e a torta.

A importância da cultura da mamoneira deve-se à grande aplicabilidade de seu óleo, que apresenta 90% de ácido ricinoléico em sua composição, e, em sua estrutura química, o grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação, única fonte comercial com essa singularidade. O grupo hidroxila confere estabilidade ao óleo de mamona, que mantém sua viscosidade em condi-

ções de amplitude térmica. Ao contrário, outros óleos vegetais perdem a viscosidade em altas temperaturas e se solidificam em baixas temperaturas (SAVY FILHO et al., 1999), possuindo também estabilidade à oxidação.

O ácido ricinoléico, cujas propriedades e estrutura da cadeia carbônica confere singularidade ao óleo de mamona, possui diversas aplicações, como: lubrificante de turbinas, e na fabricação de tecidos, adesivos, cosméticos, fios, tubos plásticos, tintas automotivas e de impressoras, além de ser também um componente usado nas telecomunicações e na biomedicina (SILVA, 1996).

A torta de mamona é um produto com elevado teor de proteínas, gerado na proporção aproximada de 1,2 toneladas para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO; LIMA, 2001). Devido ao alto teor de nitrogênio e à presença de outros macronutrientes pode-se fazer um excelente adubo que contribui também, fornecendo matéria orgânica para o solo (SILVA, 1971).

A toxicidade da torta é bastante conhecida devido à presença de alguns constituintes, como a ricina, a ricinina e os complexos alergênicos (GARDNER et al. 1960; MOSHKIN, 1986). Assim, é preciso desativar essas substâncias tóxicas e alergênicas para que a ração seja um produto viável. Pessoas não protegidas e em contato contínuo com essas substâncias podem apresentar sintomas de conjuntivite, faringite, dermatite e bronquite, bem como os altos teores em rações levam os animais à morte.

Estudos indicam que a detoxicação e desalergenização da torta pode ser feita por processos de extrusão com a adição de substâncias, como ácidos, bases, sais e enzimas, bem como técnicas de cisalhamento e aquecimento da torta, a temperaturas que variam de 80 °C a 140 °C, a seco, úmido ou vapor, em diferentes tempos de exposição ao calor.

Objetivou-se com este documento, apresentar informações de pesquisa que relacionam métodos de identificação e detoxicação dos principais componentes e experiências com uso da torta de mamona.

2. Componentes da Torta de Mamona

No processamento industrial das sementes de mamona, para cada tonelada de óleo extraída, obtém-se 1,2 toneladas de torta (AZEVEDO; LIMA, 2001). Evangelista et al., (2004), trabalhando com diferentes métodos de extração de óleo e dois tipos de cultivares da torta de mamona, encontraram 42,04% de proteína bruta e 5,62% de extrato etéreo para a cultivar Guarany.

A torta da mamona tem elevado valor nutritivo; é rica em proteínas (41,51%), fibras (32,8%), materiais minerais (7,7%) e gorduras (2,6%). A proteína da torta é composta pelo seguinte perfil de aminoácidos: arginina (11,0%), cistina (3,5%), fenilalanina (4,2%), histidina (11,0%), isoleucina (5,3%), leucina (7,2%), lisina (3,1%), metionina (1,5%), tirosina (1,0%), treonina (3,6%), triptofano (0,6%) e valina (6,6%) (BELTRÃO, 2003b).

2.1 Ricina

Em 1888, Herman Stillmark estudou a primeira lectina vegetal; observou que extrato de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) continha uma proteína tóxica que aglutinava eritrócitos, a qual chamou de ricina (PEUMANS; VAN DAMME, 1998).

A ricina é uma proteína encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, não sendo detectada em nenhuma outra parte da planta. Trata-se de uma toxalbumina com massa molar 60.000 e ponto isoelétrico com pH 5,9; sendo uma das mais potentes fitotoxinas (GARDNER et al., 1960).

É uma proteína inativadora de ribossomo do tipo II (RIP II) por depuração de uma invariante adenina do 28s rRNA, ou seja, há quebra da ligação glicosídica entre a adenina e a ribose, levando à perda desta base, e, consequentemente, impossibilitando a síntese protéica, o que implica a morte celular (KNIGHT; DORMAN, 1997; OLSNES, 1975).

Trata-se de uma proteína com duas subunidades de aproximadamente 32 kDa (Tipo I, apresentando uma cadeia polipeptídica A) e 34 kDa (Tipo II,

apresentando uma cadeia polipeptídica B) ligadas por uma ponte dissulfeto, com diferentes funções biológicas (OLSNES; KOZLOV, 2001). A cadeia A tem atividade enzimática, enquanto a cadeia B funciona como um ligante de receptores. Apesar de ambos serem igualmente eficientes na inibição da síntese protéica, a ausência da cadeia B, no tipo I, significa que este não pode se ligar e entrar na célula com alta eficiência e, conseqüentemente, é menos tóxico. Na cadeia A há predominância do padrão α -hélice (36%) a estrutura secundária folha- β é a de maior quantidade (37%) na cadeia A, a qual é dividida em dois domínios iguais tridimensionalmente, cada um possuindo dois pares de pontes dissulfeto e resíduos de galactose com ligações β -1,4 (Figura 1) (HARTLEY; LORD, 2004). Existem proteínas do tipo I, presentes em produtos largamente ingeridos na alimentação humana, como gérmen de trigo (*Triticum vulgaris*) e cevada (*Hordeum vulgare* L. sem negro) (DAY et al., 1996; MILLER et al., 2002).

Apenas a ingestão de mamona pode ser letal em cães, principalmente se for mastigada (OSWEILER, 1996); para coelhos na dosagem de 0,5 mg/kg de peso (GARDNER et al., 1960). A dose letal (LD) para humanos não está

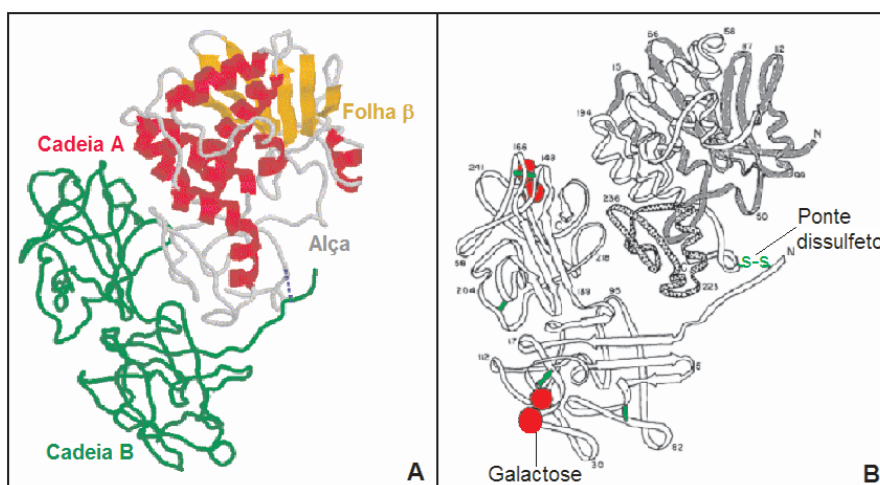


Fig. 1. Estrutura tridimensional da ricina. (A) Cadeias polipeptídicas A e B; (B) Pontes de sulfeto e o sítio de ligação à galactose. Adaptada de Day et al., (1996); Miller et al., (2002).

bem determinada, mas há trabalhos, com base em modelo animal, em que estimam LD_{50} para humano adulto, na faixa entre 1 $\mu\text{g/kg}$ e 5 $\mu\text{g/kg}$ (SMALLSHAW et al., 2002).

Os principais sintomas de envenenamento são: paralisia da respiração e sistema vasomotor, cólicas abdominais, diarreia, perda de apetite, aumento do ritmo cardíaco, ausência de coordenação dos movimentos, febre e hemorragia (TÁVORA, 1982).

A toxicidade pode ocorrer por diversas formas de administração, como: inalação, injeções intramuscular, endovenosa e intraperitoneal e por via oral. Casos de intoxicação por ingestão já foram descritos em animais monogástricos (galinhas, suínos, cavalos, aves silvestres e peixes) (TOKARNIA et al., 1975; KELLERMAN, 1988).

2.2 Ricinina

A ricinina, um alcalóide encontrado em todas as partes da planta, é um dos principais componentes tóxicos da torta (Figura 2), possui fórmula molecular $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$, com nome químico 3-ciano-4-metoxi-N-metil-2-piridona (LEITE et al., 2005).

De acordo com Moshkin (1986), o teor de ricinina varia muito entre partes da planta: 1,3% nas folhas (matéria seca), 2,5% em plântulas estioladas, 0,03% no endosperma da semente e 0,15% na casca da semente. Severino et al., (2006) relata que sua concentração é alta na cápsula do

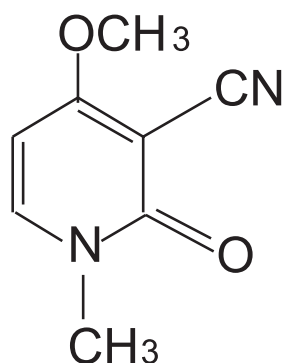


Fig. 2. Fórmula estrutural da ricinina

fruto (de 739 a 1.664 mg/100 g), média na casca da semente (de 258 a 431 mg/100 g) e pequena no endosperma (de 31 a 77 mg/100g).

A temperatura de fusão da ricinina está entre 200 e 201 °C e a de sublimação é 152 °C (LEITE et al., 2005).

Sua massa molecular é 164 mol/g, e a toxicidade em ratos (LD_{50}) varia de 19 a 20 mg.kg⁻¹. Os sintomas de envenenamento por ricinina são: vômitos, dores abdominais fortes, sede extrema, diarreia com sangramento, aceleração do batimento cardíaco, convulsões e morte (LEITE et al., 2005).

2.3 Complexo Alergênicos

Segundo (TÁVORA, 1982), houve a identificação de um complexo de proteínas e polissacarídeos designados CB-1A ("Albuminas 2S"), presente na semente em torno de 3% a 6%, no pólen e as partes vegetativas da planta de mamona, sendo responsáveis por reações alérgicas no homem, mas não constatada a ocorrência em animais.

O termo CB-1A, surgiu de *Castor Beans* (semente de mamona, em inglês), e 1A corresponde ao processo desenvolvido por Spies e Coulson (1943), com base na solubilidade em água e insolubilidade em álcool a 75% (TRUGO, 1979). O CB-1A, representa aproximadamente 12,5% da massa da torta, como determinado pelo teste de precipitação de antígenos diluídos (BANDEIRA et al., 2004; GARDNER et al., 1960).

O complexo alergênico CB-1A é formado por aproximadamente 20 isoformas de proteínas com massa molecular entre 10 e 14 kDa, pertencentes à classe das albuminas 2S (MACHADO et al., 2003). As albuminas 2S possuem altos teores de glutamina, arginina e serina; apresentam distribuição característica de oito cisteínas em um padrão conservado e, geralmente, são compostas de 2 cadeias polipeptídicas diferentes de 3-5 kDa e de 8-10 kDa ligadas por duas pontes dissulfeto; além de apresentarem duas ligações intra-cadeias, implicando em proteínas muito estáveis e compactas (FERNANDES et al., 2008).

As albuminas 2S (10.000 Da - 18.000 Da) são resistentes à desnaturação térmica e química, podendo, mesmo após os tratamentos de detoxificação desencadear alergia por contato ou por inalação (VIEIRA et al., 1998).

3. Identificação dos Componentes Tóxicos

A metodologia convencional de análise da ricina é a eletroforese capilar com dodecilsulfato de sódio em gel de poliacrilamida (*sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis*, SDS-PAGE) (ISHIGURO; TAKASHISHI, 1964; KABAT et al., 1947; WALLER; NEGI, 1958).

Na et al., (2004) utilizaram eletroforese capilar e espectrometria de massas com ionização/dessorção da matriz assistida por laser (*matrix-assisted laser desorption/ionization*, MALDI) e detector de tempo de voo (*time of flight*, TOF) para caracterizar as subunidades da ricina, ou seja, as duas cadeias do heterodímero. A eletroforese foi feita com dodecilsulfato de sódio (*sodium dodecyl sulfate-capillary gel electrophoresis*, SDS-CGE) em que se observou boa resolução, porém é habitual gerar a massa das subunidades da ricina superestimada.

Cardoso et al., (2007) isolou o alcalóide ricinina das sementes da mamona e realizou análises, usando diferentes técnicas, com o intuito de caracterizar o composto por ultravioleta visível (UV-Vis); infravermelho (IV); ressonância magnética nuclear de próton (RMN-H1); cromatografia gasosa (CG) acoplada ao detector de espectrofotometria de massa (CG-EM). De acordo com os resultados encontrados pelas diferentes técnicas, os mesmos autores confirmaram a identidade do composto, o qual foi usado como padrão no desenvolvimento do método de análise para esta substância. Aplicou-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), acoplando-se um detector de UV-VIS, na qual adotaram-se as seguintes condições: coluna C₁₈ de 15 cm, fase móvel de (acetonitrila) - ACN: H₂O (90:10, v:v), fluxo da fase móvel de 0,8 mL, com tais parâmetros pode-se realizar a análise do composto em questão em aproximadamente 10 min, destacando-se como um método rápido e eficiente para a análise de ricinina.

Foram desenvolvidos métodos para a quantificação de ricina e ricinina usando técnicas como: espectrometria de absorção molecular na região do ultravioleta-visível (UV-VIS), fluorimetria e cromatografia líquida de alta

eficiência (CLAE) (BRITO, 2005). Todos os métodos foram eficientes na determinação das substâncias investigadas, em diferentes níveis de concentração.

Demant et al., (2008) criaram e validaram um teste para verificar a quantidade de ricina e medir a toxidez da mesma sobre os organismos de maneira prática, sem a necessidade de produzir soros em animais, não necessitando de reagentes e equipamentos caros e de maneira confiável. Para isto, utilizaram um organismo testado na indústria farmacêutica para teste de medicamentos e toxidez de produtos, *Caenorhabditis elegans*. Os organismos foram submetidos a extratos aquosos de sementes, contendo diferentes quantidades conhecidas de ricina e apresentaram correlação nos resultados de 87,2%, pois as sementes foram testadas por Radio-imunodifusão que tem sua margem de erro, assim como Elisa que mede a quantidade total, não somente a parte tóxica da mesma, uma vez que a RCA (*Ricinus communis* agglutinin) também quantificada é menos tóxico do que a ricina.

Outros métodos têm sido descritos para detecção de ricina, usando biossensor com fibra ótica (NARANG et al., 1997), ensaios colorimétrico (POLI et al., 1994). Entretanto, esses ensaios envolvem reagentes marcados (enzimas, fluorocromos, isótopos) e requerem inúmeros passos de incubação.

4. Detoxicação da torta de mamona

Existem vários métodos para promover a detoxicação e desalergenização da torta de mamona. Pela avaliação da dose letal em camundongos (DL_{50}) para soluções de peptídeos alergênicos, extraídos da torta de mamona, e do resíduo sólido, obtido após a hidrólise, observou-se que o tratamento com ácido sulfúrico (H_2SO_4), na temperatura e tempo estabelecidos para a hidrólise do amido, foi o responsável pela redução, em pelo menos 237 vezes, da letalidade da torta de mamona *in natura*, não resultando em morte de camundongos, no período de até 96 h (MELO et al., 2008). A detoxicação da torta de mamona, submetida à hidrólise por H_2SO_4 à alta

temperatura, pode ser atribuída à hidrólise e/ou desnaturação térmica dos peptídeos tóxicos da mamona, a ricina, a ricinina e CB-1A (GARDNER et al., 1960; MOSHKIN, 1986).

Segundo Anandan et al., (2005) o tratamento de 1000 g de torta em autoclave a 15 psi, por 60 min, remove 100% da ricina. Os mesmos autores afirmam que o tratamento de 1000 g de torta com 40 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) a 60 °C por 8 h também remove a ricina.

Rhee (1987) relata que o processo de extrusão sob alta temperatura e alta taxa de cisalhamento em presença de CaO-óxido de cálcio (cal) é capaz de promover a destruição do complexo alergênico de mamona. Apesar da desativação alergênica ser citada no trabalho, nenhuma referência é feita com relação à quantidade de cal utilizada para este fim. Ascheri et al. (2007) observaram que os tratamentos de extrusão com CaO a 1% e 2% foram eficientes na detoxicação da ricina. No tratamento com CaO a 2% houve redução nos níveis de alergenicidade da torta, quando comparado ao tratamento com CaO a 1%, que foi ineficiente na desativação do alérgeno.

Verificou-se a detoxicação da torta de mamona só no armazenamento da mesma sob condições ambientais (sol) e controlada (estufa), com o aumento da atividade de enzimas proteolíticas e concomitante degradação da ricina. No tratamento com hidróxido de cálcio houve redução na reatividade dos epítomos alergênicos, presentes na albumina 2S purificada ou, presentes na torta de mamona, como evidenciado pelos ensaios de atividade biológica de desgranulação de mastócitos (CRESPO NETO et al., 2008).

A ricinina é pouco afetada pelos tratamentos térmicos com vapor, passando assim, para as tortas residuais. Encontra-se nas bagas, em quantidades relativamente pequenas, cerca de 0,3%. O tratamento da torta com calor a vapor não é eficiente na eliminação da ricinina, enquanto, no tratamento com a amônia pode-se eliminar, aproximadamente 25% da ricinina, porém há desvantagem, como a formação de produtos de degradação, cuja toxidez não foi ainda avaliada (LEITE et al., 2005).

Gardner et al., (1960) conseguiram eliminar a ricina e a fração alergênica,

aquecendo a seco, à temperatura de 205 °C, cozendo a torta em flocos, na presença de 2% de hidróxido de sódio (NaOH) à pressão de 20 psi, como também adicionando-se 0,9% de ácido clorídrico (HCl) e 3% de metanol (CH₂O).

A detoxicação da torta de mamona também pode ser feita pelo processo de secagem, aproximadamente a 60 °C. Ao atingir essa temperatura, o processo tende a eliminar a ricina com auxílio de uma solução de cloreto de sódio (NaCl) ou, ainda, atingir temperaturas maiores para realizar a detoxicação sem tratamento químico (MENDES, 2007). Ainda segundo o mesmo autor, as tortas tratada e não tratada em autoclave apresentaram valores mais elevados de ricina, quando comparados com as amostras do secador solar de exposição direta que chegaram a eliminar cerca de 47% e 36% respectivamente, por um período de secagem de 7 horas. Do ponto de vista econômico, destacou-se o tratamento físico, quando comparado ao processo tratamento químico e físico, simultaneamente.

Visando possibilitar a manipulação, pelos trabalhadores das usinas de produção de biodiesel, ou pelo trabalhador rural, a forma mais segura é a inativação dos complexos alergênicos.

As albuminas 2S são resistentes à desnaturação térmica e química, podendo, mesmo após os tratamentos de detoxificação, desencadear alergia por contato ou por inalação (VIEIRA, 2002). Deus-de-Oliveira et al., (2007) propuseram obter um tratamento em que a torta ficasse detoxificada e não alergênica, permitindo, assim, maior segurança na manipulação da mesma e uma maior agregação de valor a este produto. Pelos resultados obtidos, no tratamento com hidróxido de cálcio houve redução no percentual de desgranulação dos mastócitos e, conseqüentemente, na liberação de mediadores, como a histamina tanto em amostras de albumina 2S purificadas quanto na torta bruta. Comparando-se estes resultados a outros publicados por Anandan et al., (2005), referentes à detoxicação da torta de mamona com este mesmo reagente, verificou-se a eficácia desse tratamento sobre a alergenidade e a toxicidade.

Vieira (2002) observou que as isoformas isoladas do "pool" de albuminas

2S, Ric c 1 e Ric c 3, mesmo após serem submetidas à desnaturação, são capazes de desencadear a desgranulação de mastócitos, indicando a presença de epítomos nas duas isoformas. Gama et al., (2008) desenvolveram uma metodologia para desativar os epítomos alergênicos destas proteínas, empregando o Reagente Woodward (WRK) para modificações de peptídeos sintéticos (P3 e P5), e para o "pool" de albuminas 2S, em diferentes tempos, concentrações e temperatura. Após as modificações realizadas, foram feitas análises por cromatografia de fase reversa, espectrometria de massas e ensaio de desgranulação dos mastócitos. Os autores concluíram que a metodologia desenvolvida foi eficiente para a desativação de alérgenos, pois os tratamentos com WRK, diminuíram os níveis de desgranulação dos mastócitos de 61 % (P3), 57 % (P5) e 70 % ("pool" de albuminas 2S) para \cong 30 %, valor próximo ao encontrado durante a manipulação destas células.

5. Aplicações da Torta de Mamona

A torta de mamona é o principal subproduto da cadeia produtiva dessa oleaginosa, produzida a partir da extração do óleo de suas sementes. Em todo o mundo, seu uso predominante tem sido como adubo orgânico; muito eficiente na recuperação de terras esgotadas. Ainda pode ser usada como ração animal, após detoxificada, e como matéria-prima para a produção de etanol.

5.1 Fertilizante

A torta de mamona possui boas características para uso como adubo orgânico, além de servir de fonte de aminoácidos para fins nutricionais. É um dos melhores fertilizantes, devido aos elevados conteúdos de nitrogênio, fósforo e cálcio quando comparada a outros adubos orgânicos, como o esterco bovino, esterco misto e a torta de algodão, além de elevado teor de fibra (BOSE; WANDERLEY, 1988). Entretanto, a adição da torta ao solo, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, aumenta o pH, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (LEAR, 1959).

Costa et al., (2008) relatam que adubos orgânicos, torta de mamona e lixo

orgânico reagiram de forma positiva nas variáveis de crescimento das plantas de mamoneira, em altura e diâmetro caular até os 75 dias após a germinação, denotando-se que esses adubos são eficazes para as plantas e que a torta de mamona é um bom condicionante das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães et al., (2007) e Severino et al., (2004), que destacam a torta da mamona como um excelente adubo orgânico.

A adição de torta de mamona no solo, em diferentes dosagens, variando de acordo com a cultura, o tipo e a fertilidade do solo, além de suprir as necessidades nutricionais da planta, aumenta o pH do solo, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (LEAR, 1959). De acordo com Dutra et al., (2006), além de ser adubo orgânico, este produto possui importante atividade nematicida, podendo ser usada no controle de nematóides *Meloidogyne exigua* em cafeeiros.

Gomes e Freire (1962), em ensaio com a cultura de batatinha (*Solanum tuberosum* L.), determinaram se a ação fertilizante da torta de mamona está relacionada ao nitrogênio somente ou também ao fósforo e ao potássio contidos nesse material. Pelos resultados obtidos no ensaio, os autores concluíram que todos os tratamentos que receberam torta de mamona, como fertilizante nitrogenado, superaram significativamente os que receberam sulfato de amônio e nos quais figurou a adubação com PK, observando-se que o efeito da torta de mamona, provavelmente, não foi devido ao PK que a mesma contém. Se assim o fosse, à medida que aumentaram as doses de fósforo e potássio na presença de sulfato de amônio, deveriam ter aumentado, ou pelo menos igualado às produções dos níveis mais baixos de PK com torta, o que não foi verificado. Esse melhor efeito da torta verificou-se não só na produção, mas também na classificação comercial do tubérculo.

Lima et al., (2008) relataram que a casca de mamona é inadequada para uso como adubo orgânico devido à alta relação C/N que induz à carência de nitrogênio. Essa característica faz com que esse material, ao ser utilizado diretamente como adubo orgânico, induza à deficiência de N devido à

imobilização temporária deste elemento na biomassa microbiana. Mesmo adicionando-se uma dose extra de nitrogênio via uréia, as plantas não se desenvolveram devido à deficiência desse nutriente. Segundo Severino et al., (2004), a torta de mamona é um material de rápida decomposição e, provavelmente, as vantagens do uso da torta sobre a casca de mamona neste estudo, deve-se à rápida liberação e disponibilidade de seus nutrientes às plantas.

À torta de mamona se mineraliza e, conseqüentemente, disponibiliza seus nutrientes. Gargantini e Catani (1957) estudaram em solo tipo terra-roxa-misturada, a aminificação e nitrificação de diferentes fertilizantes nitrogenados, inclusive da torta de mamona, e concluíram que o nitrogênio da torta é facilmente transformado. Em 10 dias de incubação cerca de 68 % de seu nitrogênio foi amonificado. O fenômeno da nitrificação também foi bastante intenso, pois 30 dias após o início do ensaio, cerca de 25 % do nitrogênio atingiu a sua forma nítrica. Enquanto, Bon (1977) verificou que entre 75 % e 100 % do N foi nitrificado em três meses.

Severino et al., (2004) concluíram que a quantidade de CO₂ mineralizada pela torta no período de 33 dias foi 6 vezes maior que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), ou seja o solo que recebeu adição de torta de mamona apresentou atividade microbiana muito maior que o solo que recebeu esterco bovino ou bagaço de cana-de-açúcar.

Tavares et al., (2008) estudaram a importância da umidade do solo sobre a velocidade de mineralização da torta de mamona estimada pela técnica de respiração microbiana, e não observaram influência do teor de água no solo sobre a respiração e, conseqüentemente, sobre a velocidade de mineralização.

5.2 Ração Animal

Embora a torta de mamona possa ser utilizada como ração animal, por possuir alto teor de proteínas, para a eliminação de elementos tóxicos e alergênicos necessita-se de tecnologia viável, em nível industrial, para o seu processamento.

Durante a década de 60, a "Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S. A - SANBRA" comercializou uma torta detoxificada designada Lex Protéico (PERRONE et al., 1966) e, desde então, pesquisas vêm sendo realizadas com alimentação animal, contudo, o processo de produção do Lex Protéico foi protegido por patente. Apesar da eficiência na eliminação da toxidez, Perrone et al., (1966) relatam que o Lex Protéico ainda conservava a presença de alérgenos.

Costa et al., (2004) reportaram a composição da torta de mamona, provavelmente obtida por prensagem, em virtude do alto teor residual de óleo, com 28,75% de proteína, 13,10% de óleo e 12,11% de cinzas. O teor residual de óleo de mamona na torta inviabiliza seu uso como ração animal, visto que o óleo não é comestível e requer processos adicionais de remoção.

Freitas et al., (2008) avaliaram a composição química do farelo desengordurado de 12 variedades de mamona cultivadas no Município de Itaocara, Estado do Rio de Janeiro, e não observaram diferenças significativas entre elas para o teor de proteína, cinzas e umidade, enquanto que houve diferença significativa para a concentração de fibra detergente neutra e lipídios, a 5% de probabilidade. O teor de proteína ficou em torno de 30% e o teor de fibra detergente neutro variou de 43 a 51 g/100 g.

O baixo teor residual de lipídios do farelo desengordurado, após extração com solvente, em relação à torta de mamona obtida por prensagem permitiria o seu uso como componente de ração animal, após os processos de detoxicação. O farelo desengordurado de mamona possui alta concentração de fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina), portanto fez-se necessário a determinação de fibra detergente neutro (FREITAS et al., 2008).

A torta de mamona atoxicada, em especial a ricina, pode ser usada plenamente na alimentação animal, incluindo ruminantes e alguns monogástricos, entrando na composição de rações balanceadas (BELTRÃO, 2003b). Tem-se verificado que depois de eliminada a toxidez, ela pode ser usada em substituição às tortas do algodão e da soja, em especial em bovinos, pintos, com até 12 dias de idade e no limite de 15% da ração (NAUFEL et al., 1962).

Melo et al., (2008) avaliaram a dose letal em camundongos (DL_{50}) para soluções de peptídeos alergênicos extraídos da torta de mamona e do resíduo sólido hidrolisado, os autores concluíram que no tratamento com H_2SO_4 , à temperatura e tempo estabelecidos para a hidrólise do amido, houve redução, em pelo menos 237 vezes, da letalidade da torta de mamona in natura, não resultando em morte de camundongos por período de até 96 h.

Assis et al., (1962) estudaram a possibilidade do emprego do farelo de torta de mamona detoxicada em substituição parcial da torta de algodão, em rações para vacas leiteiras, com duração experimental de 84 dias. Ração A: 100% torta de algodão e ração B: 80% de torta de algodão + 20% de farelo de torta de mamona detoxicada. Não obtiveram diferença entre as rações testadas com relação à produção de leite e à variação de peso vivo e que, apesar do consumo elevado das rações, não houve quaisquer alterações na saúde dos animais, aspecto considerado favorável no que diz respeito à aceitabilidade e à inocuidade dos farelos experimentais.

5.3 Produção de Etanol

A análise do teor de amido da torta de mamona é fundamental para o estabelecimento de todas as correlações mássicas e determinação dos rendimentos da hidrólise e da fermentação. Na torta de mamona encontra-se um teor de amido igual a $48\% \pm 0,53\%$ (m/m). Isso significa, considerando um processo hidrolítico com eficiência de 100%, que a hidrólise de 100 g de torta pode gerar 53 g de glicose. Esta quantidade de glicose, após fermentação, pode gerar até 25,3 g de etanol por 100 g de torta de mamona. A partir desses resultados e da eficiência de 32,2% observada na hidrólise ácida, pode-se projetar um rendimento de cerca de 102 L de etanol por tonelada de torta de mamona processada, o que corresponde a 64% do etanol demandado na etapa de transesterificação do óleo de mamona para obtenção dos ésteres etílicos (MELO et al., 2008).

Ainda segundo Melo et al., (2008), a presença de $0,51 \text{ gL}^{-1}$ de hidroximetilfurfural, um reconhecido agente inibidor do processo fermentativo, não interferiu na fermentação conduzida com *Saccharomyces cerevisiae*, tendo sido observada a completa conversão dos açúcares redutores após 8 h.

5.4 Propriedades Herbicidas e Inseticidas

A torta de mamona, além de ser uma excelente fonte de N, cuja liberação não é tão rápida quanto à de fertilizantes químicos, e nem tão lenta quanto à de esterco animal, ainda possui propriedades inseticida e nematicida. Dutra et al., (2006) avaliando o efeito da aplicação de silicato de cálcio, torta de mamona e comparando o desempenho desses produtos com o nematicida Counter GR[®] no controle de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado, no município de Jaboticatubas, MG, observaram que a torta de mamona apresenta potencialidades de uso no controle do nematóide em cafeeiro irrigado. Os resultados apresentados pela aplicação, da torta de mamona, pode ser atribuído, provavelmente, aos seguintes efeitos: ação do complexo ricina-ricinina presente na torta de mamona, que pode ter apresentado toxicidade aos nematóides; ação de aumento da rigidez das paredes celulares das raízes pela presença do silício; ação nutricional promovida pela torta de mamona e pelo silicato de cálcio; ou ainda pela ação conjunta desses efeitos. Akhtar e Mahmood (1996) testaram diversos produtos no controle de nematóides; um deles, foi a torta de mamona colocada 15 dias antes do plantio, na quantidade de 2700 kg/ha, equivalente a 110 kg N/ha. Após esse tratamento, verificaram que a torta de mamona, além de fertilizar o solo, auxilia no controle de diversas espécies de nematóides causadores de distúrbios nas raízes de diversas espécies, aumenta o *Meloidogyne aquaticus*, predador de várias espécies de nematóides causadores de doenças nas plantas.

A ricinina, tóxica para insetos da ordem Coleópteros e dos Lepidópteros, que ocorre pela inserção da ricina na dieta oferecida aos insetos, contudo, ela não é tóxica para todos os insetos, pois algumas espécies podem ingerir a proteína e não se manifestarem os sintomas de toxidez, embora não se tenha investigado se a proteína é degradada no trato digestivo ou se não consegue atingir às células do animal (CARLINI; SÁ, 2002).

Lins et al., (2008), avaliando o efeito da torta de mamona sobre o desenvolvimento de plantas de bananeira cultivar Terra e sobre a infestação por broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae), observaram aumento na altura das plantas, no teor de

clorofila e redução da população de *C. sordidus* nos rizomas de bananeira cv. Terra.

Medeiros e Gonçalves (2007), estudando o efeito do óleo de nim a 1%, na dosagem de $62,5 \text{ Lha}^{-1}$, torta de mamona na dosagem de 625 kg.ha^{-1} , extrato pirolenhoso no controle de danos produzidos em tubérculos de batata por insetos (*Phytophthora infestans*) presentes no solo, observaram que no tratamento com extrato pirolenhoso e na testemunha, a totalidade dos tubérculos amostrados desenvolveram danos e que a redução desse percentual foi de 98,3% e 93,3%, nos tratamentos com torta de mamona e óleo de nim, respectivamente.

6. Considerações Finais

Com o incentivo à produção de biodiesel a partir de óleo de mamona, um grande volume de torta estará sendo gerado, oriundo da prensagem de suas sementes. A torta de mamona usada há muito tempo como fertilizante, tem diversas aplicações, como na produção de biogás, inseticida, na indústria fruticultura, horticultura, floricultura, nas culturas de café (*Coffea arabica* L.) e cana-de-açúcar e na geração de bioetanol, devido seu alto teor de amido. A torta de mamona tem grande potencial de uso na formulação de rações animais. Contudo, observa-se, pelo histórico das pesquisas recentes, a necessidade de se desenvolverem métodos de detoxicação e desalergenização apropriados para uma escala industrial de produto e outros acessíveis ao pequeno produtor, uma vez que ainda não existe tecnologia consolidada acessível para caracterização e medição da toxicidade e alergenicidade da torta e farelo de mamona.

Referências

- AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Control of plantparasitic nematoides with organic and inorganic amend-ments in agricultural soil. **Applied Soil Ecology**, v. 4. p. 243-247, 1996.
- ALVES, M. O.; SOBRINHO, J. N.; CARVALHO, J. M. M. de. **Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 42 p. (Documentos do ETENE, 1).
- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v. 120, p. 159-168, 2005.
- ASCHERI, J. L. R.; MACIEL, F. M.; CARVALHO, C. W. P.; FREITAS, S. C.; MACHADO, O. L. T. **Destoxificação de torta de mamona por extrusão termoplástica**: estudo preliminar. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/coproduto/9.pdf> > . Acesso em 7 fev. 2008.
- ASSIS, F. P.; NAUFEL, F.; TUNDISI, A. G.; ROCHA, G. L.; BRANCO, T. S.; BECKER, M.; CINTRA, B. Valor do farelo de torta de mamona atoxicada na alimentação de vacas leiteiras em comparação com os farelos de tortas de algodão e de amendoim. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 20, p. 35-38, 1962.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p.
- BANDEIRA, D. S.; CARTAXO, W. V.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação

animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M. **Informações sobre o biodiesel, em especial feito com o óleo de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 177) Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona/publicacoes/comunicacoes/04.PDF. Acesso em: 14 dez. 2008.

BELTRÃO, N. E. M. **Torta de Mamona (*Ricinus communis* L.): Fertilizante e Alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 177) Disponível em: www.cnpa.embrapa.br/plataforma_mamona/publicacoes/comunicacoes/02.PDF. Acesso 14 dez. 2008.

BON, J. H. **Solubilização das proteínas da mamona por enzimas proteolíticas**. 1977. 136 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BOSE, M. L. V.; WANDERLEY, R. da C. Digestividade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de ferro de alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 5. p. 456-464, 1988.

BRITO, N. M. **Métodos de identificação e quantificação de ricina e ricinina na torta de mamona**. 2005. 108 p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

CARDOSO, D.; GUEZO, L.; CASTRO, J.; COELHO, M.; BRITO, N. M.; Desenvolvimento de método analítico para determinação de ricinina por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com detecção por UV - Visível. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Redenet, 2007.

CARLINI, C. R.; SÁ, M. F. G. Plant toxic proteins with inseticidal

properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. **Toxicon** v. 40, p. 1515-1539, 2002.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, V. L. de A. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, V. L. de A.; NUNES JÚNIOR, E. S.; DAMACENO, F. A. V.; MADEIROS, L. B.; GUIMARÃES, M. M. B.; LUCENA, A. M. A. de; TRESENA, N. L. Crescimento da mamoneira submetida a adubação com lixo orgânico e torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

CRESPO NETO, H. A.; OLIVEIRA, N. D.; MACHADO, O. L. T. Avaliação dos teores de ricina e de proteases envolvidas no processamento desta toxina e a desativação de epítomos alergênicos presentes em torta de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

DAY, P. J.; ERNST, S. R.; FRANKEL, A. E.; MONZINGO, A. F.; PASCAL, J. M.; MOLINA-SVINTH, M. C.; ROBERTUS, J. D. Structure and activity of an active site substitution of ricin A chain. **Biochemistry**, v. 35, p. 11098-11103, 1996.

DEUS-DE-OLIVEIRA, N.; FELIX, S. P. ; MACHADO, O. L. T. Desativação de alérgenos presentes na torta de mamona. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Redenet, 2007.

DESPEYROUX, D.; WALKER, N.; PEARCE, M.; FISHER, M.; MCDONNELL, M.; BAILEY S. C.; GRIFFITHS, G. D.; WATTS, P. Characterization of Ricin Heterogeneity by electrospray mass spectrometry, capillary

electrophoresis, and resonant mirror. **Analytical Biochemistry**, v. 279, n. 1, p. 23-36, 2000.

DEMANT, C. A. R.; AULD, D.; FRANCISCO, M. S.; ZANOTTO, M. A.; DEMANT, A. R. M. Desenvolvimento de um bioensaio para quantificar ricina em sementes de mamona para fins de melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

DUTRA, M. R.; PAIVA, B. R. T. L.; MENDONÇA, P. L. P.; GONZAGA, A.; CAMPOS, V. P.; NETO, P. C.; FRAGA, A. C. Utilização de silicato de cálcio e torta de mamona no controle do nematóide *meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju, SE. **Cenário Atual e Perspectivas**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2006. 1 CD-ROM.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PERON, A. J.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C. Avaliação da composição química de tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 1., 2004, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

FERNANDES, K. V.; MACIEL, F. M.; MACHADO, O. L. T. Análise dos níveis de albuminas 2s e de ricina em sementes de diferentes cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

FREITAS, S. C.; ANTONIASSI, R.; OLIVEIRA, L. A. A.; LOPES, G.M.; JÚNIOR, I. G. R.; Composição de farelo desengordurado de variedades de mamona cultivadas no município de Itaocara, Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

- GAMA, C. C.; OLIVEIRA, N. D.; FELIX, S. P.; MACHADO, O. L. T.; Desativação de alérgenos de mamona pelo uso do reagente woodward (WRK). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica: anais**. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.
- GARDNER JUNIOR, H. K.; D'AQUIN, E. L.; KOLTUN, S. P.; MCCOURTNEY, E. J.; VIX, H. L. E. Detoxification and deallergenization of castor beans. **The Journal of the American Oil Chemists Society**. v. 37, p. 142-148, 1960.
- GARGANTINI, H.; CATANI, R. A. Determinação do período de tempo para amonificação e nitrificação dos diversos fertilizantes nitrogenados. **Bragantia**. v. 16, p. 261-268, 1957.
- GOMES, A. G.; FREIRE, E. J. Adubação de batatina no Vale do Paraíba. experiência com adubos nitrogenados. **Bragantia**. v. 21, p. 241-255, 1962.
- GUIMARÃES, M. M. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; COSTA, F. X. Influência de adubo orgânico no plantio da mamoneira. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 1 CD-ROM.
- HARTLEY, M. R.; LORD, J. M. Cytotoxic ribosome-inactivating lectins from plants. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins & Proteomics**, v. 1701, n. 1-2, p. 1-14. 2004.
- ISHIGURO, M.; TAKASHISHI, T. Biological studies on ricin. **J. Biol. Chem.** v.55, n. 587, 1964.
- KABAT, E. A.; HEIDELBERGER, M.; BEZER, A. E. A study of the purification and properties of ricin. **J. Biol. Chem.** v.168, p. 629-639, 1947.
- KELLERMAN, T. S. Gastrointestinal tract. In: KELLERMAN, T. S. **Plant poisonings and mycotoxicoses of livestock in southern Africa**. Cape Town: Oxford University Press, 1988, p. 144-145.

KNIGHT, M. C.; DORMAN, D. C. Selected poisonous plant concerns in small animals. **Veterinary Medicine**. p. 60-272, 1997.

LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. **Plant Dis. Rep.**, v. 43, n. 4, p. 459-460, 1959.

LEITE, A. C.; FERNANDES, J. B.; CABRA, E. C.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. das G. F. Isolamento do alcalóide ricinina das folhas de *Ricinus communis* através de cromatografias em contracorrente. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, nov./dez. 2005.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Caatinga**, Mossoró, v. 21 n. 5 p. 102-106, dez. 2008.

LINS, L. C. R. de; CONCEIÇÃO, P. J.; FREITAS, J. S.; OLIVEIRA, E. T. de; FANCELLI, M.; RITZINGER, C. H. F. P.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. S. **Torta de mamona no desenvolvimento de bananeira cv. terra e infestação por *Cosmopolites sordidu***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL AGRICULTURE, 54., 2008, Vitória. Livro de resumos. Vitória: Incaper, 2008. Disponível em: < http://200.137.78.15/cd_XXCBF/paginas/Entomologia/20080731_211647.pdf > . Acesso em: 27 fev. 2008.

MACHADO, O. L. T.; MARCONDES, J. A.; SOUZA-SILVA, F. de; HANSEN, E.; RIBEIRO, P. D.; VERÍSSIMO, M.; KANASHIRO, M.; KIPNIS, T. L.; SILVA JUNIOR, J. G. da; SANTOS, M. F. dos; COSTA E SILVA, M. C. 2003. Characterization of allergenic 2S albumin isoforms from *Ricinus communis* seeds. **Allergologie**, v. 26, p. 45- 51, 2003.

MEDEIROS, C. A. B.; GONÇALVES, M. de M. Avaliação de produtos alternativos no controle de danos causados por insetos em tubérculos de batata cultivada em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, out. 2007.

MENDES, Simulação de um aquecedor solar de água como etapa do processo de detoxificação da torta de mamona. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) - Universidade Católica de Pernambuco, 2007.

MELO, W. C.; SILVA, D. B.; PEREIRA JUNIOR.; N.; ANNA, L. M. M. S.; SANTOS, A. S. Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. **Quim. Nova**, v. 31, n. 5, p. 1104-1106, 2008.

MILLER, D. J.; RAVIKUMAR, K.; SHEN, H.; SUH, J. K.; KERWIN, S. M.; ROBERTUS, J. D. Structure-based design and characterization of novel platforms for ricin and shiga toxin inhibition. **Journal of Medicinal Chemistry**, v. 45, n. 1, p. 90-98, 2002.

MOSHKIN, V. A.: **Castor**, 1st ed., Amerind: New Delhi, 1986.

NA, D. H.; CHO, C. K.; YOUN, Y. S.; CHOI, Y.; LEE, K. R.; YOO, S. D.; LEE, K. C. Capillary electrophoresis to characterize ricin and its subunits with matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. **Toxicon** v. 43, p. 329-335, 2004.

NARANG, U.; ANDERSON, G. P.; LIGLER, F. S.; BURANS, J. U. Fiber optic-based biosensor for ricin. **Biosens Bioelectron.** v. 12, n. 9-10, p. 937-945, 1997.

NAUFEL, F.; ASSIS, F. P.; REZENDE, M. L. R.; ROCHA, G. L.; BECKER, M.; CAIELLI, E. L.; LEÃO, J. F. S.; KALIL, E. B. Efeitos comparativos da administração de farelos de torta de mamona atoxicada, de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação. **B. Industr. Anim.**, v. 20, p. 47-53, 1962.

OLSNES, S. Closing in on ricin action. **Nature**, New York, v. 328, p. 474-475 1975.

OLSNES, S. The history of ricin, abrin, and related toxins. **Toxicon**, v. 44, p.361-370, 2004.

OLSNES, S.; KOZLOV, J. Ricin. **Toxicon**, v. 39, p. 1723-1728, 2001.

OSWEILER, C. D. Toxicoses Relacionadas com Plantas. In: BUCK, W.B.; OSWEILWER, G.D. **Toxicologia veterinária**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996. cap. 28, p. 386-439.

PERRONE, J. C., IACHAN, A., DOMONT, G. B., DISITZER, L. V., CASTRO, V. R. O., ROITMAN, R., GOMES, S. M. **Contribuição ao estudo da torta de mamona**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51 p.

PEUMANS, W. J.; VAN DAMME, E. J. M. Plant Lectins: versatile proteins with important perspectives in biotechnology. **Biotechnology and Genetic Engineering Reviews**, Hants, v. 15, p. 199-227, 1998.

POLI, M. A.; RIVERA, V. R.; HEWETSON, J. F.; MERRIL, G. A. Detection of ricin by colorimetric and chemiluminescence Elisa. **Toxicon**, v. 32, n.11, p.1371- 1377. 1994.

RHEE, K. C. **The production of non toxic bean meal free of allergens**, United Nations Industrial Development Organization, Viena, Áustria, 1987.

SAVI FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; BARBOSA, M. Z.; Mamona, In: CATI, **Oleaginosas no Estado de São Paulo: a análise e diagnóstico**. Campinas, 1999, p.29-39. (CATI- Documento Técnico, 107).

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A de.; GUIMARÃES, M. B. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 5, n. 1 , 2004. Não paginado.

SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. de M. **Mamona: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SILVA, J. G.; MACHADO, O. L.; IZUMI, C.; PADOVAN, J. C.; CHAIT, B. T.; MIRZA, U. A.; GREENE, L. J.; **Arch. Biochem. Biophys.** v. 10, n. 336, 1996.

SILVA, N. M. **Estudo preliminar do emprego de torta de mamona associada à adubação mineral do algodoeiro**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1971. 8 p.

SMALLSHAW, J. E., FIRAN, A., FULMER, J. R., RUBACK, S. L., GHETIE, V., VITETTA, E. S. A novel recombinant vaccine which protects mice against ricin intoxication. **Vaccine**, v. 20, n. 27-28, p. 3422-3427, 2002.

SPIES, J. R.; COULSON, E. J. Isolation and properties of an active protein polysaccharidic fraction from castor seeds. **Journal of the American Chemical Society**, n. 65, p. 1720, 1943.

TAVARES, M. J. V.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; SEVERINO, L. S.; VERAS, R. P. Respiração microbiana no solo contendo torta de mamona em função da variação da umidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica: anais**. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), 1982. 111 p.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; CANELLA, C. F. C. Intoxicação experimental em bovinos pelas folhas de *Ricinus communis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, série veterinária, v.10, p. 1-7, 1975.

TRUGO, N. M. F. **Isolamento e caracterização química e físico-química de alérgenos de mamona**. 1979. 110 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VIEIRA, R. V. **Desgranulação de mastócitos por isoformas de albuminas 2S de sementes de *Ricinus communis***. Monografia de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, CBB/UENF, Rio de Janeiro. 2002.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnóstico e perspectivas da mamona no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA DE MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL, 1., 1997, Campina Grande. **Diagnóstico**

perspectivas e prioridades de pesquisa: anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p.139-150.

WALLER, G. R., NEGI, S. S. Isolation of ricin, ricinine, and the allergenic fraction from castor seed pomace from two different sources. **J. Am. Oil Chem. Soc.** v. 35, p. 409-412, 1958.

Embrapa

Algodão

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CGPE 7905